



⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 52 572 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 02 B 6/44**  
H 02 G 9/06

⑲ Aktenzeichen: 198 52 572.9  
⑳ Anmeldetag: 13. 11. 1998  
㉑ Offenlegungstag: 31. 5. 2000

DE 198 52 572 A 1

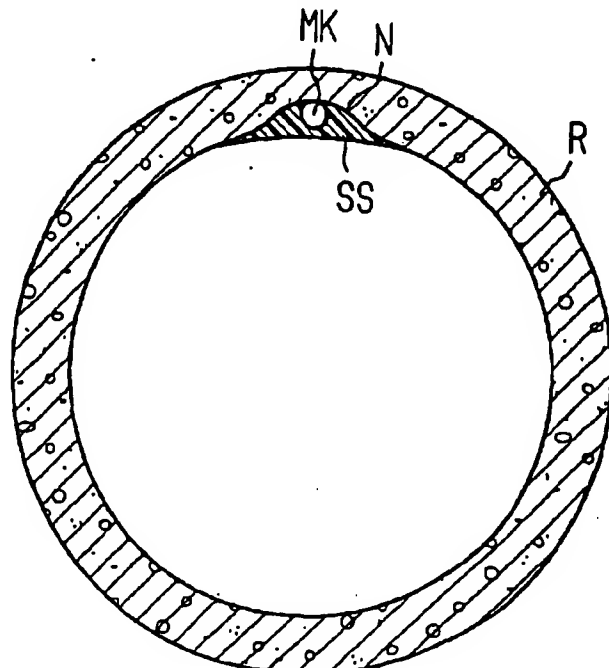
⑦ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑧ Erfinder:  
Heinz, Edgar, Dipl.-Ing., 96523 Steinach, DE; Müller,  
Thomas, Dipl.-Ing., 96515 Sonneberg, DE; Nowusch,  
Helmut, Dipl.-Ing., 96450 Coburg, DE; Schäfer,  
Joachim, Dipl.-Ing., 96465 Neustadt, DE; Mayr,  
Ernst, 82319 Starnberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Kabelnetz mit Lichtwellenleiterkabeln für die Installation in Rohrleitungen bestehender Versorgungsleitungssysteme

⑤ Bei der Erfindung handelt es sich um ein Kabelnetz mit Lichtwellenleiterkabeln, das in Rohrleitungen (R) bestehender Versorgungsleitungssysteme eingebracht ist. Die dabei verwendeten Lichtwellenleiterkabel (MK, BK, BK1 bis BK7) sind entlang einer Mantellinie der Rohrleitung (R) unter einer Schutzschicht (SS) angeordnet.



DE 198 52 572 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Kabelnetz mit Lichtwellenleiterkabeln für die Installation in Rohrleitungen bestehender Versorgungssysteme vorzugsweise von Abwasserkanälen.

Aus der DE 42 03 718-A1 ist ein Lichtwellenleiterkabelnetz und ein Verfahren zu dessen Verlegung bekannt. Die in einem Rohrsystem von Abwasser- insbesondere Regenwasserkanälen verlegten Lichtwellenleiterkabel eines Lichtwellenleiterkabelnetzes werden an den Wandungen befestigt, wobei für die Lichtwellenleiterkabel an den Kanaldecken oder an den Wänden von Guli- oder Einstiegsschächten Übergänge vorgesehen sind.

Durch das Gebrauchsmuster DE 297 00 912-U1 ist ein Lichtwellenleiterkabelnetz in einem primär für andere Zwecke genützten Kanal- oder Rohrsystem bekannt, wobei die Lichtwellenleiterkabel an den Wandungen des Kanal- oder Rohrsystems befestigt sind. Die Lichtwellenleiterkabel werden innerhalb eines nicht begehbaren Bereiches eines Kanal- oder Rohrsystems mit strömungstechnisch günstig geformten Befestigungselementen fixiert, wobei die Befestigungselemente derart federnd verspannt sind, daß sie sich an die Wandung andrücken und verspreizen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, ein Kabelnetz zu schaffen, bei dem speziell für den Einsatz in Kanal- oder Rohrsystemen geeignete Lichtwellenleiterkabel eingesetzt werden, wobei Vorkehrungen zu treffen sind, die möglichst keine Ansatzpunkte für im Kanal- oder Rohrsystem mitgeführte Schmutzfracht zulassen. Die gestellte Aufgabe wird nun gemäß der Erfindung mit einem Kabelnetz der eingangs erläuterten Art dadurch gelöst, daß das verwendete Lichtwellenleiterkabel entlang einer Mantellinie der Rohrleitung unter einer Schutzschicht angeordnet ist, wobei die Schutzschicht die Übergänge zwischen Innenwandung und dem angeordneten Lichtwellenleiterkabel ausgleicht.

Bei der bisher bekannten Verlegung von Kabeln innerhalb von Kanal- oder Rohrleitungssystemen werden Befestigungsmittel vorgeschlagen, an denen sich gegebenenfalls Ablagerungen von im Schmutzwasser mitgeführten Teilen bilden können. Bei einem Kabelnetz mit Lichtwellenleiterkabeln und einer darüber angeordneten Schutzschicht gemäß der Erfindung sind derartige Ablagerungen nicht mehr möglich, da die über dem jeweils eingesetzten Lichtwellenleiterkabel angeordnete Schutzschicht eine glatte Oberfläche bildet und die Übergänge zwischen dem eingebrachten Lichtwellenleiterkabel und der Innenwandung des Kanal- oder Rohrsystems ausgleicht. Gemäß der Erfindung werden hierfür auch besonders geeignete Lichtwellenleiterkabel geschaffen, mit denen ein derartiges Kabelnetz aufgebaut werden kann. Hierfür eignen sich zum Beispiel sogenannte Mikrokabel, die aus einem Rohr mit einem Durchmesser von 2 bis 10 mm bestehen, in dem die Lichtwellenleiter lose eingebracht sind. Dieses Mikrokabel wird in einer Nut entlang einer Mantellinie des Kanal- oder Rohrsystems geführt, deren Nuttiefe dem entsprechenden Lichtwellenleiterkabel entspricht. Darüber wird dann die ausgleichende Schutzschicht angeordnet.

Bei Verwendung von flachen oder bandförmigen Lichtwellenleiterkabeleinheiten, die anhand der Figuren noch erläutert werden, genügt es, eine Flachnut auszubilden, zum Beispiel lediglich durch Entfernen der Glasur bei Keramikrohren von Kanal- oder Rohrsystemen. Nach der Befestigung des jeweiligen bandförmigen Lichtwellenleiterkabels in dieser Flachnut wird wiederum die Schutzschicht darüber gebracht, so daß auch hier ein kontinuierlicher Übergang zwischen dem Lichtwellenleiterkabel und der Wandung gegeben ist.

In den beiden beschriebenen Fällen erfolgt die Verlegung in nicht begehbaren Kanal- oder Rohrsystemen mit Hilfe von geeigneten, an sich bekannten Robotern, die zum Beispiel auch bei Hausanschlußrohren mit einem Durchmesser von nur 150 bis 100 mm einsetzbar sind. Im allgemeinen ist die optimale Einsatzlage für das jeweilige Lichtwellenleiterkabel im Scheitelpunkt des Kanal- oder Rohrsystems, da hier nur in den seltensten Fällen direkter Kontakt zum fließenden Medium eintritt, oder andere Rohre eingeleitet werden.

Die zu verlegenden Lichtwellenleiterkabel werden gemäß der Erfindung zumindest im Kontaktbereich zur Wandung mit einem Kleber oder einer Kleberschicht versehen, so daß das Lichtwellenleiterkabel bereits beim Andrücken an der Wandung fixiert ist. Das anschließende Aufbringen der Schutzschicht wird dadurch wesentlich erleichtert.

Die Erfindung wird anhand von zehn Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt ein Kabelnetz mit einem rohrförmigen Mikrokabel.

Fig. 2 zeigt ein Kabelnetz mit einem rohrförmigen Mikrokabel und einer Einlage als Schutzprofil.

Fig. 3 zeigt ein Kabelnetz mit einem bandförmigen Lichtwellenleiterkabel in einer Flachnut.

Fig. 4 zeigt ein bandförmiges Lichtwellenleiterkabel mit einer Umhüllung aus Edelstahl.

Fig. 5 zeigt das bandförmige Lichtwellenleiterkabel nach Fig. 4 in angepaßter Form.

Fig. 6 zeigt ein bandförmiges Lichtwellenleiterkabel mit zusätzlichen Kupferadern.

Fig. 7 zeigt Lichtwellenleiterkompaktadern auf einer querdrukstabilen Schicht.

Fig. 8 zeigt ein Lichtwellenleiterbändchen in einer bandförmigen Umhüllung.

Fig. 9 zeigt ein Lichtwellenleiterbändchen auf einer querdrukstabilen Schicht.

Fig. 10 zeigt mit einer Umhüllung fest umspritzte Lichtwellenleiter in einer gemeinsamen Umhüllung mit eingelagerten zugefesten Elementen.

Die Fig. 1 zeigt im Querschnitt eine Rohrleitung R eines bereits bestehenden Kanal- oder Rohrleitungssystems. Es ist weiterhin gezeigt, daß im Scheitelpunkt der Rohrleitung R eine Nut N zum Beispiel durch Fräsen längsverlaufend eingebracht ist, deren Nuttiefe so groß ist, daß ein Mikrokabel MK voll eingelagert werden kann. Darüber ist anschließend eine Schutzschicht SS, zum Beispiel aus einem Epoxy-Compound, aufgebracht, so daß der gesamte Nutbereich ohne nennenswerte Übergänge wieder voll ausgeglichen ist. Eine Anlagerung von mitgeführten Schmutzteilen ist somit unmöglich.

Die Fig. 2 zeigt den Scheitelpunkt der Rohrleitung R, in dem ebenfalls ein Mikrokabel MK, bestehend aus einem Rohr MKR und lose darin eingebrachten Lichtwellenleitern LWL, in einer Nut N längsverlaufend eingebracht ist. Hier ist zusätzlich über dem eingebrachten Mikrokabel MK ein Schutzprofil SP längsverlaufend aufgebracht, über dem dann schließlich die ausgleichende Schutzschicht SS aufgebracht ist.

In Fig. 3 ist wiederum eine Rohrleitung R im Querschnitt dargestellt, bei der jedoch im Scheitelpunkt eine Flachnut FN angeordnet wurde, zum Beispiel lediglich durch Entfernung der Glasurschicht, wenn ein beschichtetes Keramikrohr im Rohrleitungssystem verwendet wurde. In dieser Flachnut FN wird nun gemäß der Erfindung ein entsprechendes geeignetes Lichtwellenleiterkabel BK eingelegt, das im Querschnitt bandförmiges Profil zeigt. Dadurch ist nur eine geringe Nuttiefe der Flachnut FN nötig, so daß die Wandung der Rohrleitung R kaum geschwächt wird. Über

diese Anordnung wird dann gemäß der Erfindung wiederum eine Schutzschicht SS, vorzugsweise aus einem Epoxy-Compound angeordnet, um die Innenwandung ohne Übergang auszukleiden und zu glätten.

In Fig. 4 wird ein bandförmiges Lichtwellenleiterkabel BK1 dargestellt, das für die Verlegung in einer Flachnut nach Fig. 3 bestens geeignet ist. Dieses bandförmige Lichtwellenleiterkabel BK1 besteht aus einer flachen Umhüllung U1, zum Beispiel aus Edelstahl, in deren Innerem längsverlaufend die Lichtwellenleiter LWL beispielsweise in einer handelsüblichen gelartigen Füllmasse FM angeordnet sind. Durch diese Flachbauweise ist nur eine Flachnut mit besonders geringer Nuttiefe nötig.

In Fig. 5 ist ein bandförmiges Lichtwellenleiterkabel BK2 gezeigt, das dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 entspricht, wobei hier zusätzlich zur besseren Anpassung die Umhüllung U2 bogenförmig ausgeführt ist. Ein solches Lichtwellenleiterkabel wird beispielsweise als Edelstahlbändchen bezeichnet und hat eine Breitenausdehnung von ca. 4 mm und eine Höhe von ca. 1,5 mm. Die der Nut zugewandte Seite des Edelstahlbändchens wird vorzugsweise mit einem Kleber beschichtet, so daß beim Verlegevorgang zunächst eine schnelle Haftung in der Nut erfolgt. Dadurch gestaltet sich das anschließende Überdecken dieses Bereichs mit der Schutzschicht wesentlich einfacher.

In Fig. 6 ist ein bandförmiges Kabel BK3 dargestellt, in dessen Umhüllung U3 mittig Lichtwellenleiterkompaktadern KA und seitlich davon je eine Kupferader KU eingelagert sind. Ein derartiges Kabel wird als Hybridkabel bezeichnet. Die Lichtwellenleiterkompaktadern KA können als Zweischichtkompaktadern ausgebildet sein, wobei die Außendurchmesser der Schichten jeweils 0,65/1,2 mm betragen. Innen wird z. B. PC (Polycarbonat) und außen z. B. PBT (Polybutylenterephthalat) oder Polyester verwendet. Anstelle von Kompaktadern können auch festumspritzte Fasern verwendet werden z. B. mit einem PVC (Polyvinylchlorid) oder mit einem FRNC-Mantel (Flame resistant non corrosive) auf Polyethylen-Basis (PE). Desgleichen können jedoch auch Einschichtkompaktadern mit Außendurchmessern 0,35/0,65 mm eingesetzt werden. Die Außenschicht besteht ebenfalls wieder beispielsweise aus Polycarbonat (PE). Die eingelagerten Kupferadern für elektrische Übertragungen haben einen Durchmesser von 0,6 bis 0,9 mm. Die Lichtwellenleiterkompaktadern und die Kupferadern sind parallel verlaufend in einer gemeinsamen Umhüllung U3 eingelagert, die beispielsweise aus Polypropylen (PP) oder Polyvinylchlorid (PVC) besteht. Die Breitenausdehnung dieses Hybridkabels beträgt beispielsweise 6,1 mm bei der Ausführung mit Zweischichtkompaktadern und 3,5 mm bei der Ausführung mit Einschichtkompaktadern. Die Höhe des bandförmigen Hybridkabels BK3 beträgt in der ersten Ausführungsform 1,5 mm, in der zweiten Ausführungsform 0,9 mm. In der Mitte der Umhüllung U3 ist beispielsweise zusätzlich auch ein Reißfaden RF eingelagert.

In Fig. 7 wird ein weiteres Ausführungsbeispiel für ein Lichtwellenleiterkabel gezeigt, das für den Einsatz in einem Rohrleitungssystem geeignet ist. Hier wird ein an sich bekanntes und sogenanntes Lichtwellenleiterviererbändchen aus Kompaktadern mit 0,65 mm Durchmesser verwendet. Dieses Lichtwellenleiterviererbändchen VB mit seinen Kompaktadern KA wird auf eine querdruckstabile Schicht QS4 aufgebracht und somit zu einem bandförmigen Lichtwellenleiterkabel BK4 komplettiert, das dann für den Einsatz in einem Rohrleitungssystem der vorgenannten Art verwendet werden kann, wobei nach der Fixierung in der Flachnut die ausgleichende Schutzschicht darübergebracht wird.

In Fig. 8 wird ein bandförmiges Kabel BK5 gezeigt, bei

dem in der bandförmigen, querdruckfesten Schutzschicht QS5 beispielsweise ein Lichtwellenleiterzweiflerbändchen ZB5 und parallel dazu verlaufend zugfeste Elemente ZE eingelagert sind. Das Lichtwellenleiterzweiflerbändchen ZB5 besteht aus zwölf parallel geführten Kompaktadern KA, die in einer Umhüllung U5 zusammengefaßt sind. Bei diesem bandförmigen Kabel BK5 ist aufgrund der Einlagerung der zugfesten Elemente ZE eine besonders längsstabile Ausführungsform erreicht. Wie in Fig. 6 bereits angedeutet, kann auf der zur Nut in der Rohrleitung weisenden Seite eine Kleberbeschichtung KL oder ein Kleber aufgebracht werden, durch den beim Einlegen des jeweiligen Lichtwellenleiterkabels sofort eine Fixierung erfolgt. Als Kleber kann ein Zweikomponentenkleber oder ein Kontaktkleber verwendet werden, wobei bei letzterem vor Gebrauch eine Schutzfolie abgezogen werden muß. Als zugfeste Elemente können beispielsweise Stahldrähte verwendet werden.

In Fig. 9 ist ein Lichtwellenleiterzweiflerbändchen ZW6 dargestellt, das aus zwölf parallel verlaufenden Kompaktadern KA gebildet wird und die in einer Kunststoffumhüllung U6 zusammengefaßt sind. Dieses Lichtwellenleiterzweiflerbändchen ist auf einer querdruckstabilen Schicht QS6, zum Beispiel einer glasfaserverstärkten Kunststoffschicht aufgebracht, zum Beispiel durch Verklebung. Diese Ausführungsform eines Lichtwellenleiterkabels BK6 eignet sich ebenfalls besonders für die Einlagerung in eine längsverlaufende Flachnut einer Rohrleitung. Nach der Fixierung dieses Lichtwellenleiterkabels BK6 wird ebenfalls die Schutzschicht aufgebracht.

In Fig. 10 wird schließlich als Ausführungsbeispiel ein bandförmiges Kabel BK7 dargestellt, bei dem in einer querdruckstabilen Schicht QS7 mit Kunststoff fest umspritzte Lichtwellenleiter FLWL parallel verlaufend angeordnet sind. Außerdem sind in dieser querdruckstabilen Schicht QS7 längsverlaufend entlang der äußeren Ränder zugfeste Elemente ZE eingelagert, durch die die erforderliche Zugfestigkeit in Längsrichtung gewährleistet wird.

Als Kleber kann bei allen Ausführungsbeispielen auch ein Haftkleber, wie z. B. ein Acrykleber verwendet werden. Als aushärtende Kleber kommen auch Ein- oder Zweikomponentenkleber, wie z. B. Polyisobutyl (Oppanol) in Betracht, die eine lange Topfzeit, d. h. Verarbeitungszeit aufweisen. Kontaktkleber mit zunächst abgedeckter Schutzfolie können ebenfalls eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Kabelnetz mit Lichtwellenleiterkabeln für die Installation in Rohrleitungen bestehender Versorgungssysteme, vorzugsweise von Abwasserkanälen, dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Lichtwellenleiterkabel (MK, BK, BK1 bis BK7) entlang einer Mantellinie der Rohrleitung (R) unter einer Schutzschicht (SS) angeordnet ist, wobei die Schutzschicht (SS) die Übergänge zwischen der Innenwandung der Rohrleitung (R) und dem angeordneten Lichtwellenleiterkabel (MK, BK, BK1 bis BK7) ausgleicht.
2. Kabelnetz nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schutzschicht (SS) aus einem aushärtenden Epoxy-Compound gebildet ist.
3. Kabelnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein langgestrecktes Schutzprofil (SP), vorzugsweise aus Kunststoff wie zum Beispiel Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyethylen (PE), über dem Lichtwellenleiterkabel (MK) angeordnet ist.
4. Kabelnetz nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzprofil (SP) zwischen dem Lichtwel-

lenleiterkabel (MK) und der Schutzschicht (SS) angeordnet ist.

5. Kabelnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtwellenleiterkabel (MK, BK, BK1 bis BK7) in einer längsverlaufenden Nut (N) angeordnet ist. 5

6. Kabelnetz nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut (N) bis in die Wandung der Rohrleitung (R) eintaucht.

7. Kabelnetz nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Nut als Flachnut (FN) vorzugsweise durch Abnahme der Oberflächenglasur der Rohrleitung (R) ausgebildet ist. 10

8. Kabelnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein bandförmiges Lichtwellenleiterkabel (BK, BK1 bis BK7) eingesetzt ist. 15

9. Kabelnetz nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das bandförmige Kabel (BK1) aus einem flachen Rohrkörper (U1), vorzugsweise mit einem Querschnitt von  $4 \times 1,5$  mm, und lose darin vorzugsweise mit gelartiger Füllmasse (FM) eingebrachten Lichtwellenleiter (LWL) besteht. 20

10. Kabelnetz nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das bandförmige Kabel (BK4 bis BK7) aus einem Lichtwellenleiterbändchen (VB, ZB5, ZB6) parallel verlaufender Kompaktadern (KA) oder festumspritzter Lichtwellenleiter (FLWL), vorzugsweise von vier oder zwölf Kompaktadern, mit Durchmessern von vorzugsweise 0,65 mm besteht. 25

11. Kabelnetz nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein Hybridkabel (BK3), bestehend aus Kupferadern (KU) und Lichtwellenleiterfasern, vorzugsweise Kompaktadern (KA) oder (FA) festumspritzten Lichtwellenleitern (FLWL) verwendet ist. 30

12. Kabelnetz nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Hybridkabel (BK3) zweischichtige Lichtwellenleiter-Kompaktadern (KA) oder festumspritzte Lichtwellenleiter (FLWL) und Kupferadern (KU) aufweist. 35

13. Kabelnetz nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Hybridkabel (BK3) einschichtige Lichtwellenleiter-Kompaktadern (KA) oder festumspritzte Adern (FA) und Kupferadern (KU) aufweist. 40

14. Kabelnetz nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß ein Reißfaden (RF), vorzugsweise aus Aramidgarn, angeordnet ist. 45

15. Kabelnetz nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Hybridkabel (BK3, BK5) eine Umhüllung (U3, QS5) aus Polypropylen (PP) oder Polyvinylchlorid (PVC) aufweist. 50

16. Kabelnetz nach einem der Ansprüche 8 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtwellenleiterkabel (BK5) zugfeste Elemente (ZE) aufweist.

17. Kabelnetz nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtwellenleiterkabel (MK, BK, BK1 bis BK7) auf der ins Innere der Rohrleitung (R) weisenden Seite eine querstabile Schicht (QS4, QS5, QS6), vorzugsweise eine Polsterschicht aus Kunststoff, vorzugsweise aus Hart-Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyethylen (PE), vorzugsweise mit Glasfaserverstärkung, aufweist. 55

18. Kabelnetz nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das bandförmige Lichtwellenleiterkabel (BK7) fest umspritzte Lichtwellenleiter (FLWL) enthält. 60

19. Kabelnetz nach Anspruch 10 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Lichtwellenleiterbändchen (VB, ZB6) oder die Lichtwellenleiterkompaktadern (KA)

auf der querstabilen Schicht (QS4, QS6) aufgebracht sind.

20. Kabelnetz nach einem der Ansprüche 8 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß das bandförmige Lichtwellenleiterkabel (BK2) im Querschnitt der Innenwandung der Rohrleitung (R) bogenförmig angepaßt ist.

21. Kabelnetz nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Mikrokabel (MK), bestehend aus einem Rohr (MKR) von vorzugsweise 2,5 bis 10 mm Durchmesser und lose darin eingebrachten Lichtwellenleitern (LWL) angeordnet ist.

22. Kabelnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das bandförmige Lichtwellenleiterkabel (BK, BK1 bis BK7) oder das Mikrokabel (MK) mit einem Kleber (KL) auf der zur Innenwandung der Rohrleitung (R) weisenden Seite beschichtet ist oder während der Montage beschichtbar ist.

23. Kabelnetz nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Kleber (KL) ein Haftkleber z. B. Acrylkleber oder ein aushärtender Kunststoffkleber auf Ein- oder Zweikomponentenbasis mit langer Topfzeit (= Verarbeitungszeit) oder ein Polyisobutyl (z. B. Oppanol). 65

24. Kabelnetz nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß der Kleber (KL) ein Kontaktkleber ist, der vor der Montage mit einer Schutzfolie abgedeckt ist.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

FIG 1

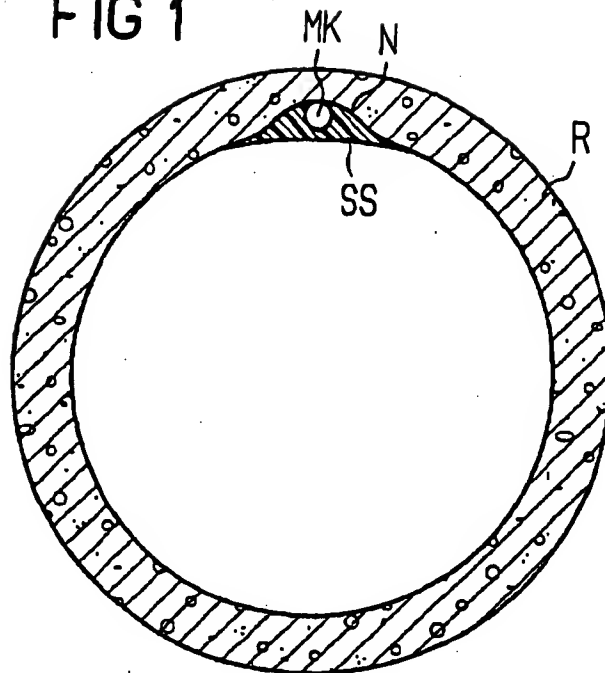


FIG 2

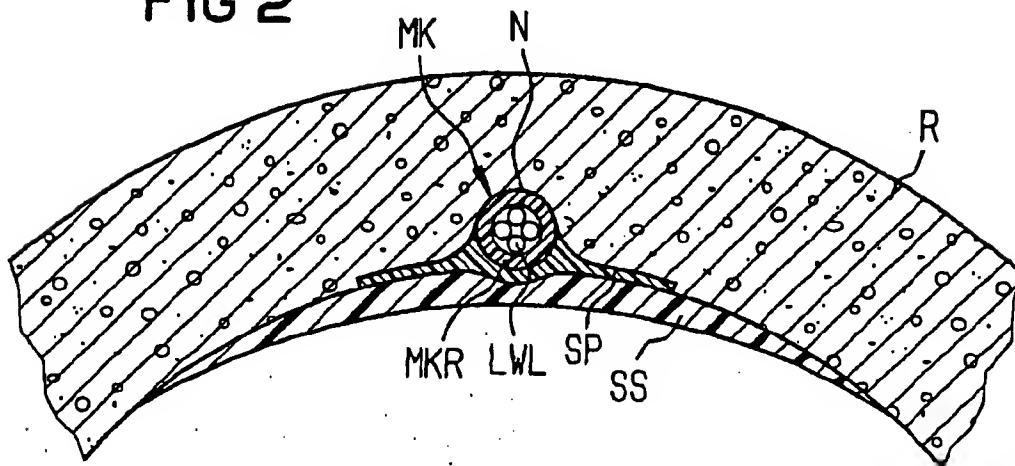


FIG 3

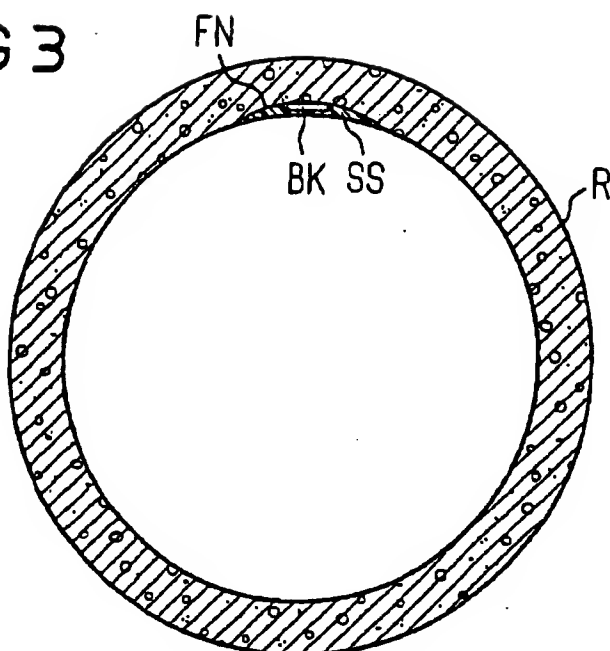


FIG 4

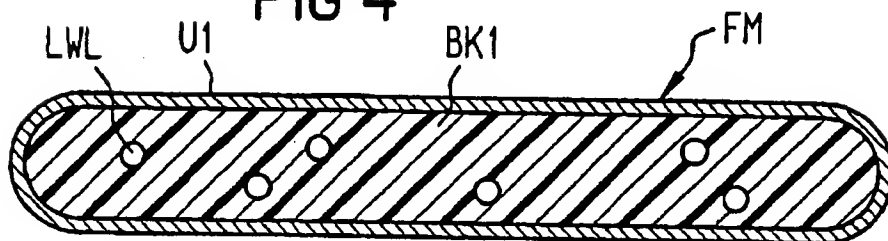


FIG 5

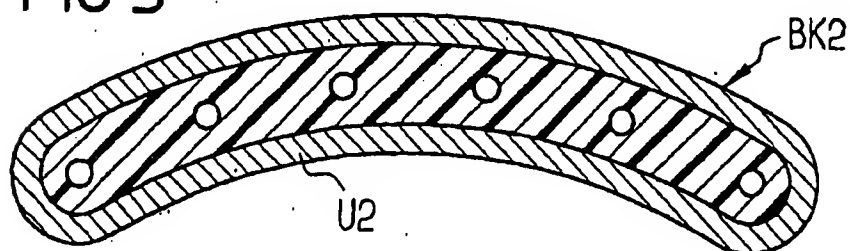


FIG 6

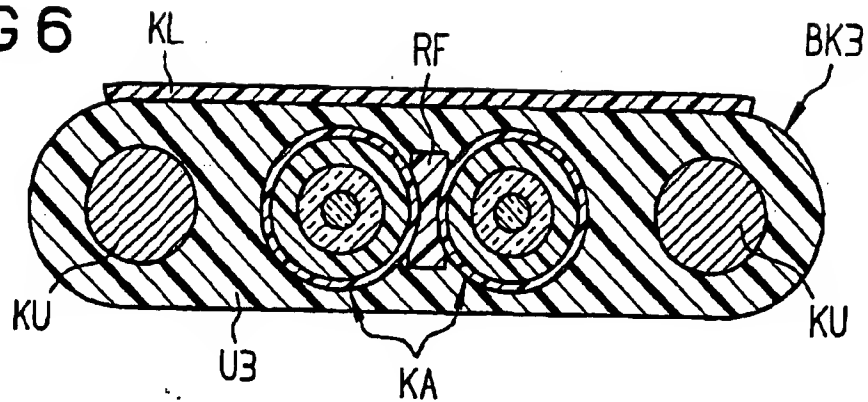


FIG 7

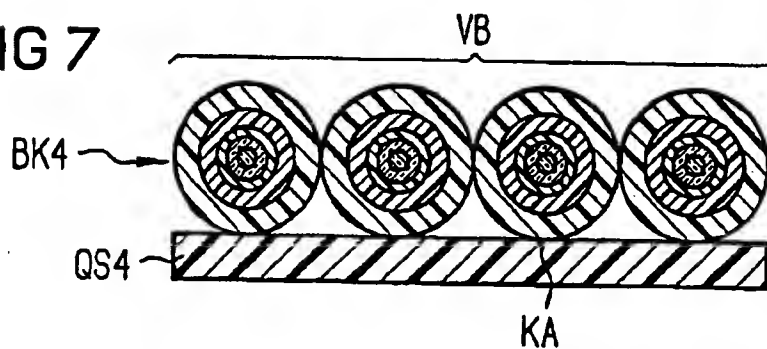


FIG 8

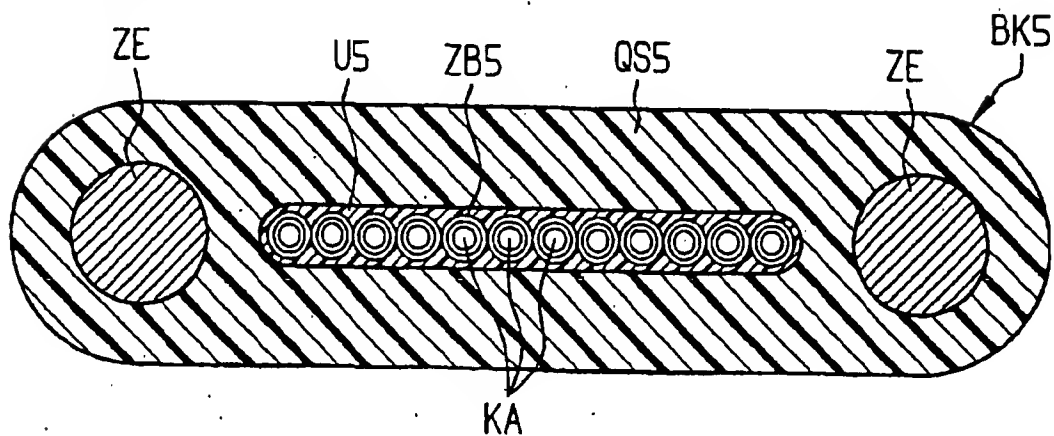


FIG 9

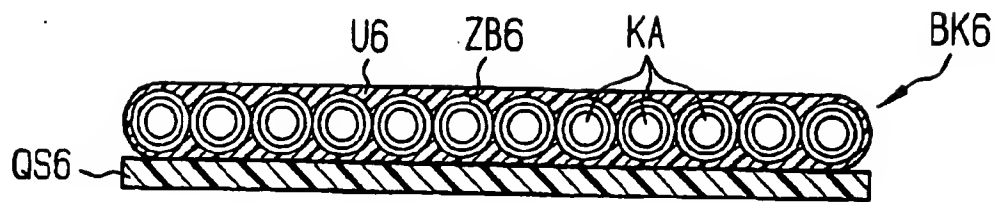


FIG 10

